

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-214082

(43) 公開日 平成6年(1994)8月5日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 C 15/18	G D B Y	8908-2G		
	B	8908-2G		
9/004		9117-2G	G 2 1 C 9/ 00	G D B A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-293143

(22) 出願日 平成5年(1993)11月24日

(31) 優先権主張番号 9 8 1 9 7 9

(32) 優先日 1992年11月25日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390041542

ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタデイ、リバーロード、1番

(72) 発明者 ポール・フレドリック・ピリング

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン
ノゼ、カシュー・プロッサム・ドライブ、
99番

(74) 代理人 弁理士 生沼 徳二

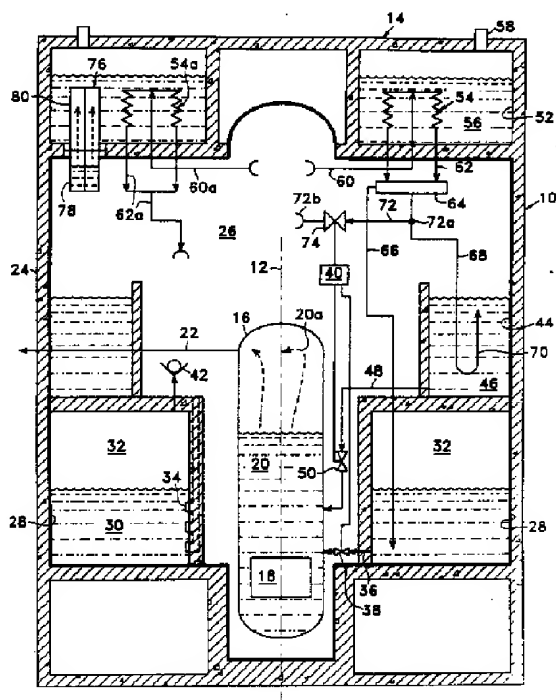
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力格納容器冷却システム、及び格納容器を受動的に冷却する方法

(57) 【要約】

【目的】 崩壊熱を有効に除去することのできる圧力格納容器冷却システムを提供する。

【構成】 受動的格納容器冷却システム14は格納容器(PCV)24を含んでおり、PCVは、圧力容器16を囲んでいると共に非凝縮性ガスを含んでいるドライウェル(D/W)26を画定している。包囲されたウェットウェル(W/W)プール28がPCV内に配設されており、GDCSプール44がPCV内にW/Wプールの上方に配設されていると共にD/Wに通気されている。隔離プール52がGDCSプールの上方に配設されていると共に隔離復水器54を収容している。復水器は、D/Wと流通関係に配設されておりLOCAに伴いD/Wに放出される蒸気と共に非凝縮性ガスを受け取る入口ライン60と、D/Wと流通関係に配設されており、LOCAに伴うPCV内の圧力を低減するように蒸気の冷却により生成された復水と非凝縮性ガスとの両方をD/Wに戻す出口ライン62とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 炉水に沈められている炉心(18)を収容している原子炉压力容器(16)であって、前記炉心(18)は、蒸気を発生すべく前記炉水を加熱するように構成されている、原子炉压力容器(16)と、非凝縮性ガスを収容しているドライウエル(26)を画定するように、前記压力容器(16)から外方へ離れて設けられている格納容器(24)と、

その上方にウェットウエル・プレナム(32)を画定するように部分的に水で満たされていると共に前記格納容器(24)内に設けられており、前記ウェットウエル・プレナム(32)内の圧力が前記ドライウエル(26)内の圧力を超えたときに前記ウェットウエル・プレナム(32)を前記ドライウエル(26)に選択的に通気する手段を有している包囲されたウェットウエル・プール(28)と、

前記炉心(18)及び前記ウェットウエル・プール(28)よりも上の高さにて前記格納容器(24)内に設けられていると共に該格納容器(24)に通気されている重力駆動冷却システム(GDCS)プール(44)であって、その内部に水を含んでいると共に該重力駆動冷却システムプール水を前記压力容器(16)に重力により選択的に導く手段を含んでいる重力駆動冷却システム(GDCS)プール(44)と、

該GDCSプール(44)よりも上の高さに設けられていると共に水に沈められている隔離復水器(54)を収容しており、前記格納容器(24)の外側の雰囲気へのベント(58)を有している隔離プール(52)とを備えており、

前記復水器(54)は、

前記ドライウエル(26)と流通関係をもって設けられており、冷却材喪失事故(LOCA)に伴い前記压力容器(16)から前記ドライウエル(26)に放出される蒸気と共に前記非凝縮性ガスを受け取る入口ライン(60)と、

前記ドライウエル(26)と流通関係をもって設けられており、前記復水器(54)における前記蒸気の冷却により生成された復水と、前記蒸気と共に前記隔離復水器(54)に運ばれた前記非凝縮性ガスとの両方を前記ドライウエル(26)に戻す出口ライン(62)とを有している圧力格納容器冷却システム(14)。

【請求項2】 前記隔離復水器の入口ライン(60)及び出口ライン(62)の両方は、自然循環により前記蒸気及び前記非凝縮性ガスを前記入口ライン(60)に運び込むと共に前記復水及び前記非凝縮性ガスを前記出口ライン(62)を介して前記ドライウエル(26)に戻すことができるように、前記ドライウエル(26)と妨害のない流通関係をもって設けられている請求項1に記載のシステム。

【請求項3】 前記ウェットウエル・プール(28)と

流通関係をもって設けられているベントライン(66)と、前記GDCSプール(44)と流通関係をもって設けられているドレインライン(68)とを有しており、前記復水器の出口ライン(62)と流通関係をもって設けられているコレクタ(64)であって、前記ドレインライン(68)は、前記復水の前記GDCSプール(44)への排出を許すと共に前記ドレインライン(68)を介して上向きに前記コレクタ(64)に向かう逆流を制限するループシール70を形成するように、前記GDCSプール(44)内に設けられているU形状を成す先端部を有している、コレクタ(64)と、

前記復水及び前記非凝縮性ガスの両方を前記ドライウエル(26)に戻すように、前記コレクタ(64)を前記ドライウエル(26)と直接流通関係に連結すべく前記ループシール(70)を選択的にバイパスする手段とを更に含んでいる請求項1に記載のシステム。

【請求項4】 前記バイパス手段は、バイパスライン(72)を含んでおり、該バイパスライン(72)は、前記コレクタ(64)と前記ループシール(70)との間で前記ドレインライン(68)と流通関係をもって連結されている入口(72a)と、

前記ドライウエル(26)と流通関係をもって設けられている出口(72b)と、

前記バイパスラインに直流通関係に設けられており、前記復水及び前記非凝縮性ガスを前記コレクタ(64)から前記バイパスライン(72)を介して導き、前記ドライウエル(26)に戻すことができるように、選択的に開くことが可能な常閉バイパス弁(74)とを有している請求項3に記載のシステム。

【請求項5】 前記バイパス弁(74)は、爆発弁である請求項4に記載のシステム。

【請求項6】 前記隔離復水器は、第1の隔離復水器であり、

前記隔離プール(52)に沈められている第2の隔離復水器(54a)を更に含んでおり、該第2の隔離復水器(54a)は、

前記ドライウエル(26)と流通関係をもって設けられており、前記非凝縮性ガス及び前記LOCAに伴い前記ドライウエルに放出された前記蒸気の一部を受け取る入口ライン(60a)と、

前記ドライウエル(26)と流通関係をもって設けられており、前記第2の隔離復水器(54a)で生成された復水と、前記蒸気と共に前記第2の隔離復水器(54a)に運ばれた前記非凝縮性ガスとの両方を前記ドライウエル(26)に戻す出口ライン(62a)とを有している請求項5に記載のシステム。

【請求項7】 前記第2の隔離復水器の入口ライン(60a)及び出口ライン(62a)の両方は、自然循環により前記蒸気及び前記非凝縮性ガスを前記入口ライン(60a)に運び込むと共に前記復水及び前記非凝縮性

ガスを前記出口ライン(62a)を介して前記ドライウェルに戻すことができるように、前記ドライウェル(26)と妨害のない流通関係をもって設けられている請求項6に記載のシステム。

【請求項8】 作動流体を含んでいる複数のヒートパイプ(76)を更に含んでおり、ヒートパイプ(76)の各々は、下向きに前記ドライウェル(26)内に延在している高温管(78)と、上向きに前記隔離プール(52)内に延在している一体の低温管(80)とを有しており、前記高温管(78)は、前記ドライウェル(26)に放出された前記蒸気から加熱したときに蒸発気を生じ、前記作動流体を蒸発させるように構成されており、前記蒸発気は、前記低温管内で前記隔離プール水から冷却されたときに凝縮すると共に重力作用により前記高温管(78)に戻るよう、自然循環により前記低温管(80)内に上昇している請求項7に記載のシステム。

【請求項9】 圧力容器(16)から外方に離れて設けられている格納容器(24)を受動的に冷却する方法であって、前記圧力容器(16)は、該圧力容器と前記格納容器との間にドライウェル(26)を画定していると共に、原子炉炉心(18)を含んでおり、前記格納容器(24)は、前記炉心(18)の上方に設けられている包囲されたウェットウェル・プール(28)と、該ウェットウェル・プール(28)の上方に設けられている重力駆動冷却システム(GDCS)プール44と、前記格納容器(24)の上方に設けられていると共に隔離復水器(54)を収容している隔離プール(52)とを含んでおり、冷却材喪失事故(LOCA)に伴い前記ドライウェル(26)に放出される蒸気を、前記ドライウェル(26)内に含まれており前記蒸気と共に運ばれる非凝縮性ガスと共に冷却するように、前記隔離復水器(54、54a)に導く工程と、前記隔離復水器(54、54a)内で前記蒸気を冷却することから生成される復水と、前記非凝縮性ガスとの両方を自然循環により直接前記ドライウェル(26)に戻す工程とを備えた格納容器(24)を受動的に冷却する方法。

【請求項10】 前記隔離復水器(54)から排出された前記非凝縮性ガスから前記復水を分離する工程と、前記非凝縮性ガスをベントライン(66)を介して前記ウェットウェル・プール(28)と、前記復水を前記GDCSプール(44)内にループシール(70)を有しているドレインライン(68)を介して前記GDCSプール(44)とに別々に導く工程と、所定の時間経過後に、前記復水及び前記非凝縮性ガスの両方を自然循環により直接前記ドライウェル(26)に戻すように、前記ループシール(70)をバイパスする工程とを更に含んでいる請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般的には原子炉に関し、特に、原子炉の受動的(パッシブ)冷却に関する。

【0002】

【従来の技術】 原子炉プラントでは、格納容器が原子炉圧力容器を取り囲んでいると共に、両者間にドライウェルを画定しており、ドライウェルは代表的には、窒素等の非凝縮性ガスを含んでいる。圧力容器内には、普通の原子炉炉心が水に沈められた状態で配設されており、炉心は水を加熱して蒸気を発生する作用をなす。この蒸気は、例えば圧力容器から排出されて、蒸気タービン発電機に動力を供給し、電力を発生するために用いられる。

【0003】 代表的には、環状のサブプレッションプール又はウェットウェルが格納容器内の圧力容器を取り囲んでおり、サブプレッションプール又はウェットウェルは、仮想事故時にヒートシンクとなること等、種々の機能を果たす。例えば、設計上想定されている事故の1つは冷却材喪失事故(LOCA)であり、LOCAでは、圧力容器内の蒸気が圧力容器からドライウェルに漏れ出る。従って、LOCAに伴って原子炉を停止するが、停止後一定の時間の間は残存する崩壊熱が発生し続ける。通常の安全系統では、蒸気をウェットウェルに排出することにより、圧力容器は減圧され、こうしてウェットウェルで蒸気を冷却すると共に凝縮し、格納容器自体内部の許容範囲を超える大きな圧力上昇を防止する。従来の安全関連装置は、有効作動にAC(交流)電力を必要とするのが常である。

【0004】 従って、例えばLOCAに伴い、AC電力安全系統を用いる必要を減らすか又はなくすために、改良型原子炉プラントが開発されている。簡易型沸騰水原子炉(SBWR: Simplified Boiling Water Reactor)と称される一例の設計では、受動的格納容器冷却システム(PCCS: Passive Containment Cooling System)が、LOCA時に格納容器から熱を除去するために設けられている。PCCSの一例が、本出願人に譲渡されたグランツ(Glantz)等の米国特許番号第5059385号に開示されている。この例では、ウェットウェル、即ちサブプレッションプールが格納容器内に包囲されていると共に、ドライウェルから分離されている。重力駆動冷却システム(GDCS: Gravity Driven Cooling System)プールが格納容器内にウェットウェルよりも上方に配置されていると共に、ドライウェルに通気されている。隔離プールがGDCSプールよりも上方に配設されていると共に、隔離復水器を収容している。隔離復水器は、ドライウェルと流通関係をもって配設されている入口と、コレクタ室に連結されている出口とを有しており、コレクタ室からはベントパイプがウェットウェル内に延在していると共に、復水戻り導管がGDCSプー

ル内に延在している。この隔離復水器は、LOCAに伴い格納容器のドライウエルから受動的な熱除去を行い、ドライウエルに放出された蒸気は、入口を通して隔離復水器に流れ、そこで凝縮される。ドライウエル内の非凝縮性ガス、例えば窒素は、蒸気によって隔離復水器に運ばれるので、隔離復水器の効率よい作動を実現するためには、非凝縮性ガスを蒸気から分離する必要がある。コレクタ室で非凝縮性ガスを復水から分離し、分離された非凝縮性ガスをウェットウエルに通気すると共に、復水をGDCSプールに送る。

【0005】このシステムは、ドライウエルとウェットウエルとの間の圧力差に依拠しており、従って、加熱された流体が格納容器から復水戻り導管を経てウェットウエルに逆流する（隔離復水器をバイパスする）のを制限するために、水トラップがGDCSプール内の復水戻り導管の端部に設けられている。従って、このシステムは、非凝縮性ガスをドライウエルからウェットウエルに輸送し、次いで、ドライウエルからの蒸気を隔離復水器で復水するように構成されている。非凝縮性ガスは、蒸気が圧力容器から放出されるよりも速く復水器が蒸気を復水するようになるまで、包囲されているウェットウエル内に留まる。復水器が蒸気を復水する速度の方が速くなると、隔離復水器はドライウエルの圧力をウェットウエルの圧力よりも低く下げるのに有効になり、このため、ウェットウエルに連結された通常の真空ブレーカが開き、ウェットウエルに蓄えられた非凝縮性ガスをドライウエルに戻す。しかしながら、これらのガスは、その後再び隔離復水器に導かれて、隔離復水器の冷却効率を下げ、その後、ドライウエルに放出された蒸気が再びその圧力をウェットウエルの圧力よりも高く増加させ、これにより、真空ブレーカが閉じると共にサイクルが繰り返され、非凝縮性ガスが再び隔離復水器からウェットウエルに通気される。

【0006】非凝縮性ガスをウェットウエルに連続的に戻すことにより、格納容器の全体圧力は比較的高く、特に包囲されているウェットウエル自体内で高く留まり、このような高い格納容器圧力に適切に対処するには、例えば、より強固な、従ってより高価な格納容器壁を設けなければならない。更に、隔離復水器が非凝縮性ガスをウェットウエルに通気するたびごとにウェットウエル・プールの上層が少しずつ加熱されること、及び真空ブレーカ自身からのわずかな漏れも、格納容器の圧力がゆっくり上昇する原因となる。

【0007】

【発明の概要】本発明の受動的な格納容器冷却システムは、原子炉圧力容器を取り囲んでいると共に内部に非凝縮性ガスを収容しているドライウエルを画定している格納容器を含んでいる。包囲されているウェットウエル・プールが格納容器内に配設されており、重力駆動冷却システム（GDCS）プールが格納容器内にウェットウ

ル・プールよりも上方に配設されていると共に、ドライウエルに通気されている。隔離プールがGDCSプールの上に配設されていると共に、内部に隔離復水器を含んでいる。復水器は、LOCAに伴いドライウエルに放出される蒸気と共に非凝縮性ガスを受け取る入口ラインを有しており、入口ラインは、ドライウエルと流通関係をもって配設されている。復水器は又、LOCAに伴う格納容器内の圧力を低減するように、蒸気の冷却により生成された復水及び非凝縮性ガスの両方をドライウエルに戻す出口ラインを有しており、出口ラインは、ドライウエルと流通関係をもって配設されている。

【0008】

【実施例】本発明の構成をその目的及び効果と共に一層明瞭にするために、以下に本発明の好適な実施例を図面を参照しながら説明する。図1に線図的に示す例示の環状原子炉建屋10は、長さ方向中心軸線12を有している。建屋10は、本発明の好適な実施例による受動的格納容器冷却システム（PCCS）14を含んでいる。PCCS14は原子炉圧力容器16を含んでおり、原子炉圧力容器16は、原子炉炉心18を炉水20に沈めた状態で収容している。炉心18は通常、炉蒸気20aを発生するように炉水20を加熱する作用をなす。蒸気20aは通常、圧力容器16から主蒸気ライン22を介して排出され、例えば主蒸気ライン22に連結されている普通の蒸気タービン-発電機（図示せず）に送り、通常通りに電力を発生する。

【0009】環状格納容器、即ち単なる封じ込め手段24が圧力容器16から半径方向外方に離れていると共に、非凝縮性ガス、例えば窒素を通常通りに収容しているドライウエル又はプレナム26を画定するように、圧力容器16とだいたい同軸になっている。格納容器24は、鋼ライナ付きの普通のコンクリート構造であると共に、圧力容器16及び炉心18を安全に収容するために高圧に耐える寸法及び形状となっている。

【0010】包囲されている環状のサブプレッションプール又はウェットウエル・プール28が格納容器24内に配設されていると共に、その上方にウェットウエル・プレナム又は空気空間32を画定するように、部分的に水30で通常通りに満たされている。ウェットウエル・プール28は、ヒートシンクであること等、種々の通常の機能を果たしていると共に、例えば、冷却材喪失事故（LOCA）等のときに圧力容器16から放出される蒸気を案内する普通の水平なベント34を含んでいる。ベント34を経てウェットウエル・プール28に導入された蒸気は、そこで適当に冷却される。

【0011】ウェットウエル・プール28は代表的には、少なくとも部分的に、炉心18よりも上の高さに配設されていると共に、LOCAに伴い炉心18を確実に冷却するために、ウェットウエル・プール水30を圧力容器16に重力作用で排出するのを選択的に許す重力排

水手段を含んでいる。このような重力排水手段は通常、普通の弁38を有している出口ライン36を含んでいる。弁38は、必要なときに弁38を自動的に又は手動で開くように、普通のコントローラ40に作動連結されている。LOCAに伴いウェットウェル・プレナム32内の圧力がドライウェル26内の圧力を超えるときにウェットウェル・プレナム32をドライウェル26に選択的に通気する選択通気手段も設けられている。このような選択通気手段は、ウェットウェル・プレナム32と流通関係をもって配設されている1つ以上の普通の真空ブレイカ42を含んでいる。真空ブレイカ42は、ドライウェル26内の圧力がウェットウェル・プレナム32内の圧力以上であるときには通常閉じており、ウェットウェル・プレナム32内の圧力がドライウェル26内の圧力よりも大きくなると、ウェットウェル・プレナム32をドライウェル26に通気するように、そのときの圧力で自動的に開く。

【0012】PCCS14は更に、格納容器24内に配設されていると共に格納容器24内でドライウェル26に通気されている普通の重力駆動の冷却システム(GDCS)プール44を含んでいる。GDCSプール44は、炉心18及びウェットウェル・プール28よりも上の高さに配設されていると共に、内部に水46を含んでいる。通常通りにLOCAに伴って炉心18を冷却するために、GDCSプール水46を重力作用で圧力容器16に選択的に案内する選択案内手段も設けられている。このような選択案内手段は、普通の出口ライン48と、弁50とを含んでおり、出口ライン48と、弁50とは、GDCSプール44と圧力容器16との間に流通関係をもって配設されている。弁50はコントローラ40に通常通りに作動連結されているので、必要なときに弁50が通常通りに開いて、GDCSプール水46を重力作用で圧力容器16内に通常の態様で流す。

【0013】普通の環状の隔離(アイソレーション)プール52が原子炉建屋10内に、格納容器24の上方に且つGDCSプール44よりも上の高さに通常の形状で配設されている。隔離プール52は、好ましくは鉛直に延在している隔離復水器54を含んでおり、隔離復水器54は、隔離水56に沈められている。隔離プール52は、隔離プール水56よりも上方の空気空間を通気し、隔離復水器54の使用時にその空気空間から熱を排出するように、格納容器24及び建屋10の外側の雰囲気への1つ以上のベント58を含んでいる。

【0014】復水器54は従来のものであって、入口ライン60を含んでいる。入口ライン60は好ましくは、その開口端をドライウェル26内に配設することにより、ドライウェル26と直接流通関係をもって配設されており、こうして、LOCAに伴い圧力容器16からドライウェル26に放出される蒸気と共に非凝縮性ガスを受け取る。LOCAの際には、蒸気はドライウェル26

に放出され、ウェットウェル・プレナム32内の圧力よりも高い圧力になる。従って、蒸気は入口ライン60に流れ込み、最初からドライウェル26に含まれている非凝縮性ガスを一緒に運ぶ。蒸気は次に、隔離復水器54のコイル内で隔離プール水56によって通常通りに冷却される。蒸気から取り出された熱は、ベント58を通して外部雰囲気に通気されると共に、蒸気から得られる復水は、復水器54から1つ以上の出口ライン62を通して排出される。

【0015】本発明の一実施例では、普通のコレクタ室(又は単なるコレクタ)64が復水器出口ライン62と流通関係をもって配設されていると共に、ガスベントライン66を有している。ガスベントライン66は、ウェットウェル・プール28と流通関係をもって通常通りに配設されている。コレクタ室64は更に、GDCSプール44と流通関係をもって通常通りに配設されている復水ドレインライン68を有している。ドレインライン68は、通常の水トラップ又はループシール(参照番号70で示す)を形成するように、GDCSプール44内でプール水46内に配設されている通常のU形先端部70を有している。ループシール70は周知のように、コレクタ64からGDCSプール44への復水の排出を許すが、LOCAに伴うドライウェル26内の蒸気及び非凝縮性ガスの逆流を制限する。即ち、LOCAに伴うドライウェル26内の蒸気及び非凝縮性ガスがドレインライン68を通過して後ろ向きに、コレクタ64に向かって上向きに流れ、隔離復水器54をバイパスし、ベントライン66を経てウェットウェル・プール28に入るのを制限する。

【0016】通常の運転では、LOCAに伴いドライウェル26に放出された蒸気は、入口ライン60に、そして隔離復水器54に導かれ、復水器54は蒸気から熱を除去して、復水を生成する。復水は出口ライン62を経て、コレクタ64に運ばれる。隔離復水器54を通して蒸気と共に運ばれる非凝縮性ガスは、コレクタ64で分離される。分離された非凝縮性ガスは、ベントライン66を通してウェットウェル・プール28に通気され、非凝縮性ガスはウェットウェル・プール28で、ウェットウェル水30の上方のウェットウェル・プレナム32に溜る。コレクタ64からの復水は、ドレインライン68を経てGDCSプール44に排出される。非凝縮性ガスがウェットウェル・プレナム32に溜るにつれて、プレナム32内の圧力が増加し、隔離復水器54が蒸気を凝縮(復水)する速度が、蒸気が圧力容器16から放出される速度よりも速くなるまで、プレナム内圧力の増加が続く。このような時点で、ドライウェル26内の圧力はウェットウェル・プレナム32内の圧力よりも下がり、そのため、真空ブレイカ42が開き、非凝縮性ガスをドライウェル26に戻す。しかしながらこのとき、この非凝縮性ガスは再び隔離復水器54に流れ込むのを許され

ており、復水器の効率を下げる。再びドライウエル26に放出される蒸気がドライウエル26での圧力をウェットウエル・プレナム32の圧力よりも高くするまで、効率の低下は続く。その時点で、真空ブレーカ42が閉じて、サイクルが繰り返され、非凝縮性ガスが隔離復水器54からウェットウエル・プレナム32に通気され、プレナム32に非凝縮性ガスが再び溜り、圧力を上昇させる。

【0017】非凝縮性ガスをウェットウエル・プレナム32に連続的に戻すこの作動の結果として、格納容器24内の全体圧力、特にウェットウエル・プレナム32内の圧力が比較的高くなる。更に、非凝縮性ガスが隔離復水器54からウェットウエル・プレナム32に通気されるたびごとにウェットウエル・プール水30の上層が少しずつ加熱されることと、真空ブレーカ42を通してのわずかな漏れとによって、格納容器24内の圧力はゆっくり上昇する。

【0018】本発明の1つの目的によれば、コレクタ64をドライウエル26と直接流通関係をもって連結するように、ループシール70を選択的にバイパスするバイパス手段が設けられており、こうして、復水及び非凝縮性ガスの両方を隔離復水器54からドライウエル26に直接戻す。具体的には、バイパス手段は、入口72aを有しているバイパスライン72を含んでおり、入口72aは、好ましくはコレクタ64とループシール70との間でドレインライン68と流通関係をもって連結されている。バイパスライン72は又、出口72bを含んでおり、出口72bは、ドライウエル26と直接流通関係をもって配設されており、通常閉じられた（常閉）バイパス弁74がバイパスライン72に直流通関係で配設されていると共に、コントローラ40に作動連結されている。バイパス弁74は、復水及び非凝縮性ガスをコレクタ64からドレインライン68の上方部分及びバイパスライン72を通して案内し、ドライウエル26に戻すように、選択的に開かれている。バイパス弁74は、例えばコントローラ40を用いて手動式又は自動的に付勢されて開く普通の爆発弁又は起爆弁であることが好ましい。

【0019】バイパス弁74が開いているとき、バイパス弁74は、コレクタ64からドレインライン68の上方部分への直流通路、及びドライウエル26に対するバイパスライン72への直流通路を形成していると共に、ドレインライン68の下方部分及びループシール70をバイパスしている。ループシール70は、隔離復水器54がドライウエル26に放出される蒸気の全量を復水することができないLOCAの初期に必要なとされるだけである。従って、隔離復水器54がドライウエル26に放出される蒸気の全量を復水することができないというようなこのような時間経過後にバイパス弁74を開いて、隔離復水器54内での蒸気の冷却により生成された復水と、隔離復水器54に蒸気と共に運ばれる非凝縮性ガス

との両方を自然循環によりドライウエル26に直接戻す。

【0020】更に詳しくは、隔離復水器54のチューブは鉛直に延在していることが好ましく、これにより、復水器内で生成された復水は重力により、出口ライン62、コレクタ64、ドレインライン68の上方部分、及びバイパスライン72を通して下方に流れ、重力によりドライウエル26内に落下して戻る。そして、隔離復水器54内での蒸気の冷却により、隔離復水器54の圧力が下がると共に減圧が生じ、この減圧が追加の蒸気をドライウエル26から入口ライン60を経て復水器54内に吸引する。蒸気が隔離復水器54に吸引され、復水が重力によりドライウエル26に落下して戻るという、この自然循環によって、非凝縮性ガスを直接ドライウエル26に戻しながら、隔離復水器54が格納容器24から熱を効率よく除去し続けることが可能になり、非凝縮性ガスをウェットウエル・プレナム32に通気し続ける必要はなくなる。従って、本発明によれば、ウェットウエル・プレナム32内の圧力を含めた格納容器の全体圧力を下げることができる。

【0021】更に、隔離復水器54は、蒸気がドライウエル26に放出される速度よりも速い速度で蒸気を最終的に復水し、このため、ドライウエル26内の圧力がウェットウエル・プレナム32内の圧力よりも下がり、そうすると、真空ブレーカ42が開き、LOCAに伴いウェットウエル・プレナム32内に最初に蓄積された非凝縮性ガスのより多くをドライウエル26に戻すことになる。従って、原子炉の崩壊熱が減少し、そのため、ドライウエル26に放出される蒸気の量が減少するので、格納容器の全体圧力は減少し続ける。

【0022】LOCA時に隔離復水器54からの熱除去を補足すると共に、格納容器の全体圧力を更に低下させるために、第2の隔離復水器54aが隔離プール52に浸漬されている。尚、この関係で隔離復水器54を第1の隔離復水器と呼ぶ。もちろん、格納容器24から熱を除去する特定の必要条件に応じて、必要ならば、隔離復水器54又は54aの各種を1つ以上用いてもよい。第2の隔離復水器54aも同様に、入口ライン60aを含んでおり、入口ライン60aは、LOCA時にドライウエル26に放出される蒸気の一部を受け取ると共に、その蒸気と共に運ばれる非凝縮性ガスを受け取るように、ドライウエル26と直接流通関係をもって配設されている。入口ライン60及び60aは両方とも同じ形状であり、ドライウエル26から放出された蒸気及び非凝縮性ガスの対応する部分を、その流れが妨害されることなく受け取り、自然循環によって蒸気及び非凝縮性ガスを入口ライン60及び60aに運び込むことができる。

【0023】第2の隔離復水器54aは更に、第2の隔離復水器54aで生成された復水と、第2の隔離復水器54aに蒸気と共に運び込まれた非凝縮性ガスとの両方

をドライウェル26に戻すように、ドライウェル26と直接流通関係をもって配設されている1つ以上の出口ライン62aを含んでいる。第2の隔離復水器54aの出口ライン62aは、バイパス弁74が開いているときの出口ライン62、ドレインライン68の上方部分、及びバイパスライン72と類似しており、第2の隔離復水器54aからの直接で妨害のない流路をドライウェル26に直接もたらし、自然循環によって蒸気及び非凝縮性ガスをその流路を通して運び、ドライウェル26に戻すことができる。

【0024】第1の隔離復水器54は初期には、バイパス弁74が初期に閉じられているとき、ループシール70を介してGDCSプール44に作動連結されており、LOCAの初期段階の間の隔離復水器54の通常の作動により、非凝縮性ガスをベントライン66を介してウェットウェル・プレナム32に通気すると共に、復水をドレインライン68を介してGDCSプール44に排水する。しかしながら、ドライウェル26内の加圧蒸気及び非凝縮性ガスがドレインライン68を経て後向きに流れる逆流を制限するためのループシール70がもはや必要でなくなったら、バイパス弁74を開いてループシール70をバイパスすると共に、第1の復水器54の出口ライン62をドライウェル26に直結することができる。

【0025】従って、第1の隔離復水器54は最初、ドライウェル26とウェットウェル・プレナム32との間の圧力差の下で動作し、バイパス弁74を開いた後は、蒸気を隔離復水器54に運び込むと共に復水をドライウェル26に戻すために、隔離復水器54を通しての自然循環のみに依拠する。この際、非凝縮性ガスはドライウェル26に留まるか、又はウェットウェル・プレナム32に通気されることなくドライウェル26に直接戻される。

【0026】これに対して、第2の隔離復水器54aは、コレクタ室64、ループシール70、バイパス弁74及びベントライン66を用いていないが、格納容器24からの熱除去を補足するように蒸気を復水器を通して運ぶと共に復水をドライウェル26に戻すために、自然循環のみに依拠しており、一方、非凝縮性ガスをドライウェル26に直接戻して、LOCA時に格納容器の全体圧力を低くする。

【0027】第1の隔離復水器54は、鉛直に延在している複数の普通のヒートパイプ76（図1にはそのうちの2つを例示する）を用いることによって、非凝縮性ガスをウェットウェル・プレナム32に通気することなく、熱を格納容器24から再び除去することに関して更に補足することができる。ヒートパイプ76は、水等の作動流体を含んでおり、ヒートパイプ76の各々は、格納容器24の頂部を下方に貫通してドライウェル26に延在している第1の管又は高温管78と、鉛直上方に隔離復水器プール52内に延在している一体の第2の管又

は低温管80とを有している。高温管78は通常、高温管78を囲んでいるドライウェル26に放出される蒸気（スチーム）から加熱されると、内部の作動流体を蒸発させて蒸発気（ベーパー）を発生する作用をなす。高温管78の内部の蒸発気（ベーパー）は、自然循環により上昇して一体の低温管80に入り、低温管80で隔離プール水56から冷却されて凝縮し、凝縮液は重力作用で高温管78に戻り、このサイクルを繰り返す。

【0028】従って、ドライウェル26内の非凝縮性ガスはヒートパイプ76に入らず、常にドライウェル26内に留まっており、ヒートパイプ76は、第1の隔離復水器54への補足として格納容器24の冷却を行う。炉心18からの崩壊熱が著しく減少したLOCAの終焉にかけては、炉心からの全熱負荷をヒートパイプ78のみで除去できると予想される。更に、第1及び第2の隔離復水器54又は54aが動作中に、そこに残っている非凝縮性ガスのために熱除去効率が悪くなった場合、ヒートパイプ76によって格納容器24から除去する必要のある熱の残りを除去することができる。各設計用途に対し必要に応じて適当な数のヒートパイプ76を選択すればよく、又、ドライウェル26内の蒸気（スチーム）から高温管78内の作動流体への熱伝達率を増加したい場合には、普通のフィンヒートパイプに取り付けてもよい。

【0029】前述したように第1及び第2の隔離復水器54及び54aを設けることにより、格納容器24を受動的に冷却する改良された方法が実現される。即ち、この方法は、LOCAに伴いドライウェル26に放出される蒸気を、ドライウェル26内に含まれており蒸気と共に運ばれる非凝縮性ガスと共に冷却するように、隔離復水器54及び54aに案内する工程を含んでいる。この方法は更に、隔離復水器54及び54a内で蒸気を冷却することから生成される復水と、蒸気と共に運ばれる非凝縮性ガスとの両方を、自然循環によりドライウェル26に直接戻す工程を含んでいる。

【0030】第2の隔離復水器54aは、その動作を自然循環のみに依拠しているが、第1の隔離復水器54は、コレクタ64に、そしてベントライン66及びドレインライン68に連結されており、このことから、前述の方法に下記の工程を包含させることができる。即ち、この方法は、先ず、第1の隔離復水器54から排出された非凝縮性ガスから復水をコレクタ64内で分離する工程と、次に、非凝縮性ガスをベントライン66を介してウェットウェル・プール28及びプレナム32と、復水をドレインライン68及びGDCSプール44内に配設されているループシール70を介してGDCSプール44とに別々に案内する工程と、最後に、第1の隔離復水器54がドライウェル26から受け取る蒸気のすべてを復水することができるようになる所定の時間の後に、復水及び非凝縮性ガスの両方を自然循環によりバイパスラ

イン72を介してドライウェル26に直接戻すように、ループシール70をバイパスする工程とを含んでいる。

【0031】 従って、種々の実施例においてここに開示したPCCS14は、非凝縮性ガスをベントライン66を介してウェットウェル・プレナム32に連続的に通気する代わりに、非凝縮性ガスを直接ドライウェル26にバイパスしないと起こるであろう格納容器24の全体的な圧力上昇を低減させながら、格納容器24から崩壊熱を除去するのに有効である。

【0032】 以上、本発明の好適な実施例と考えられるものを説明したが、当業者には以上の教示から他の変更例も明らかであり、従って、このような変更例もすべて本発明の要旨の範囲内に含まれる。

【図面の簡単な説明】

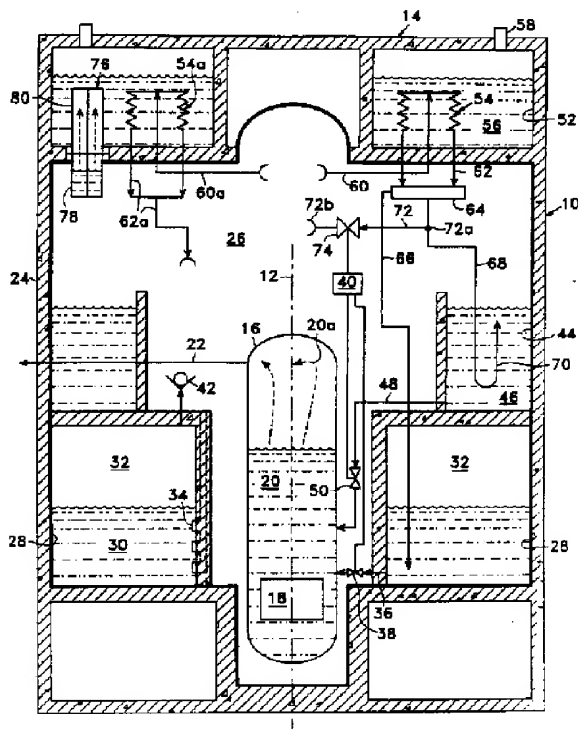
【図1】 本発明の3つの実施例による受動的格納容器冷却システム（PCCS）を有している原子炉建屋の線図的立て断面図である。

【符号の説明】

- 14 受動的格納容器冷却システム（PCCS）
- 16 圧力容器
- 18 炉心

- 20 炉水
- 24 格納容器
- 26 ドライウェル
- 28 ウェットウェル・プール
- 30 水
- 32 ウェットウェル・プレナム
- 40 コントローラ
- 44 重力駆動冷却システム（GDCS）プール
- 46 GDCSプール水
- 52 隔離プール
- 54、54a 隔離復水器
- 56 隔離水
- 60、60a 入口ライン
- 62、62a 出口ライン
- 64 コレクタ
- 66 ベントライン
- 68 ドレインライン
- 70 ループシール
- 72 バイパスライン
- 74 弁
- 76 ヒートパイプ

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 フランクリン・エドワード・クーク
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン
ノゼ、オークデル・プレイス、906番

(72)発明者 ジェームス・リチャード・フィッチ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン
ノゼ、ヘルムスレイ・ドライブ、2987番

COOLING SYSTEM OF PRESSURE STORAGE CONTAINER AND METHOD FOR PASSIVE COOLING OF STORAGE CONTAINER

Publication number: JP6214082

Publication date: 1994-08-05

Inventor: POORU FUREDORITSUKU BIRINGU; FURANKURIN EDOWAADO KUUKU; JIEEMUSU RICHIYAADO FUITSUCHI

Applicant: GEN ELECTRIC

Classification:

- **international:** **G21C9/004; G21C15/18; G21C9/004; G21C15/18;**
(IPC1-7): G21C15/18; G21C9/004

- **European:** G21C9/004; G21C15/18

Application number: JP19930293143 19931124

Priority number(s): US19920981979 19921125

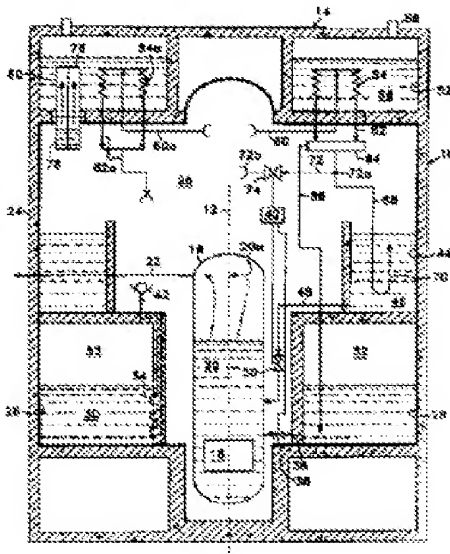
Also published as:

EP0599614 (A1)
US5282230 (A1)
EP0599614 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP6214082

PURPOSE: To provide a pressure container vessel cooling system by which decay heat can be efficiently removed. **CONSTITUTION:** A container vessel passively cooling system 14 comprises a container vessel(PCV) 24 and the PCV surrounds a pressure container 16 and a the same time partition a dry well(D/W) 26 containing incompressible gas. The surrounded wet well(W/W) pool 28 is installed in the PCV and GDCS pool 44 is installed above the W/W pool in the PCV and at the same time ventilated to the D/W. As isolated pool 52 is installed above the GDCS pool and at the same time houses an isolated condenser 54. The condenser is provided with an inlet line 50 and an outlet line 62, and the inlet line 60 is so installed as to communicate with the D/W and receives the incompressible gas together with steam released to the D/W following LOCA and the outlet line 62 is so installed as to communicate with the D/W and turns both the incompressible gas and condensate produced by cooling the steam as to decrease the pressure in the PCV following LOCA.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide